

N a g y n é K r a j k ó E r z s é b e t

ENGELS A KÉMIÁRÓL

Közel száz esztendő telt el azóta, hogy Engels az "Anti-Dühring"-et megírta, és hogy töredékben maradt munkájának "A természet dialektikájá"-nak fejezetei napvilágot láttak. E két művében, de főként "A természet dialektikájá"-ban olvashatjuk a kémiáról tett megállapításait is, melyek a következő problémakörhöz kapcsolódnak:

- 1/ Vizsgálta az anyag kémiai mozgását. Ezen belül foglalkozott:
 - a/ a kémiai mozgás anyagi hordozójával,
 - b/ a kémiai mozgás kialakulásával, kialakulásának feltételeivel,
 - c/ a biológiai, illetve a fizikai mozgásformákhoz való viszonyával.
- 2/ Feltárta az anyag kémiai mozgásának dialektikáját.
- 3/ Kémiai ismeretei alapján megkísérelte definiálni a kémia tudományát, és elhelyezni azt a tudományok rendszerében, és foglalkozott a kémiai kutatások perspektíváival.
- 4/ Méltatta kémia története egyes állomásainak jelentőségét.-

Tekintsük át közel száz esztendő távlatából a fenti szempontok szerint az engelsi megállapításokat, nézzük meg, hozzávetőleg milyen ismeretekkel rendelkezett a kémia tudományának területéről, és hogyan használta fel e természettudományos ismereteit a filozófus Engels.

1/ Engels megállapításai az anyag kémiai mozgásformájáról

A mozgásformák problematikáját Engels az anyag és a mozgás egységének dialektikus materialista elvéből, a mozgásformák anyagi hordozói oldaláról kiindulva vizsgálta. Ezt

az elvet követve a kémiai mozgás anyagi hordozójaként az atomokat jelölte meg, amikor a következőket írta: "Az atomok tudvalevőleg nem a nehézkedés vagy más mechanikai vagy fizikai mozgásformák számára léteznek, hanem csak a kémiai akció számára".¹ Rámutatott arra is, hogy az anyag kémiai mozgása tulajdonképpen az anyagi világ két minőségileg különböző területét kapcsolja össze: "az atomokat és molekulákat" ugyanis míg "a fizikában a molekulák mozgásával, a kémiában molekuláknak atomokból való képződésével van dolgunk."²

S rögtön korrigált is egy az atomelmélet történetével kapcsolatos tévedést, Kekulé téves megállapítását, s a következőképpen teszi helyére a tényeket: "Amióta a fizikai és a kémia megint nemcsak kizárólag a molekulákkal és atomokkal manipulál, az ógörög atomisztikus filozófia szükségszerűen megint előtérbe lépett. De milyen felszínesen kezelik ezt még a legjobbak is közülük! Így például Kekulé azt beszéli..., hogy az atomisztikus filozófia Démokritosztól származik, nem pedig Leukipposztól, és azt állítja, hogy Dalton volt az első, aki feltételezte minőségileg különböző elemi atomok létezését, és aki ezeknek különböző, a különböző elemekre jellemző súlyokat tulajdonított, holott már Epikurosz az atomoknak nemcsak a nagyság és alak, hanem a súly szerint is különbözőséget tulajdonít, hogy tehát a maga módján atomsúlyt, és atomtérfogatot ismer."^{3x} írta. Viszont az új atomisztika mégis különbözik minden korábbtól abban, hogy "... nem azt állítja, hogy az anyag csupán diszkrét, hanem azt, hogy különböző fokokon lévő diszkrét részek /éteratomok, kémiai atomok, tömegek, égitestek/ különböző csomópontok, amelyek az általános anyag különböző minőségi létezési módjait szabják meg..."⁴ Ezzel bizonyos mértékig szakított a korábbi egyoldalú felfogással.^{xx}

Engels világosan látta azt, hogy a kémiai mozgás nem univerzális mozgásformája az anyagnak. A kémiai mozgás csak meghatározott feltételek között alakulhat ki és létezhet.

Az egyik ilyen feltétel a megfelelő hőmérséklet. Ezt a gondolatot Engels a következőképpen fogalmazta meg: "Az elemek kémiai vegyülésének története a Napban a magas hőmérséklet felfüggeszti, illetőleg csak pillanatnyilag a Nap lég-

körének határain hatékonyak... A Nap kémiája éppenséggel létrejövőben van és szükségszerűen egészen más, mint a Földé, nem dönti azt meg, de kívüláll rajta."⁵ Ezek a sorok csak alapot képeznek egy általánosabb megállapításhoz, amely kimondja azt, hogy a természeti törvények is történelmiek, hogy ha olyan természeti törvényről akarunk beszélni, amely a természet minden jelenségére érvényes, akkor tulajdonképpen csak "az energia átalakulása elméletnek legáltalánosabb megfogalmazása" marad meg.

A kémiai mozgás kialakulását vizsgálva Engels már egyben az összefüggésekre is rámutatott. Arra ugyanis, hogy a mozgásformák átalakulnak egymásba. A Naprendszer, illetve a Föld kialakulására vonatkozó Laplace-féle elméletet magáévá téve, a kémiai mozgás esetében ezt a következőképpen fogalmazta meg: "Ahogy a lehűlés előrehalad, az egymásba átcsapó fizikai mozgási formák váltakozása egyre inkább előtérbe lép, míg végre olyan pontot ér el, amelytől fogva a kémiai rokonság kezd érvényesülni, amelyen az eddig kémiailag közömbös elemek egymás után kémiailag differenciálódnak, kémiai tulajdonságokra tesznek szert, vegyületekbe lépnek egymással."⁶ A kémiai mozgás a fentiek szerint tehát a fizikai mozgásból alakult ki. A kémiai mozgást pedig a mozgásformák genetikus sorában a biológiai mozgás fogja követni.

*Egyébként Kekulé megállapításai 1877. október 18-án tartott rektori székfoglalójában hangzottak el. S 1878-ban jelentek meg nyomtatásban. Engels pedig mint ismeretes, "A természet dialektikájá"-t 1873. és 1886. között írta. Azt hiszem, ez frappánsan mutatja azt, hogy milyen sokoldalúan tájékozott volt és hogy mennyire figyelemmel kísérte a természettudományokat, illetve művelőik megnyilatkozásait.

xxA kémiai mozgás anyagi hordozóiként csupán az atomokat megjelölni, ez ma már nem elégséges, de ha meggondoljuk azt, hogy még maga Ostwald is kétségbe vonta az atomok létezését, s még azok is, akik hittek az atomok létezésében, az atomokat oszthatatlannak tekintették. Továbbá, hogy olyan kémiai anyagokról, mint például a makromolekulák vagy például a kolloid-részecskék Engels korában még a kémikusoknak sem volt sok ismeretük. Akkor azt hiszem, hogy a fenti megállapítások mindenképpen ma is figyelmet érdemlőek, sőt joggal mondhatjuk azt, hogy azzal, hogy Engels nem tartotta az atomokat az anyag végső építőköveinek, túlhaladta korát.

A biológiai és a kémiai mozgások közötti genetikus kapcsolatról Engels a következőképpen írt: "Ha végre a hőmérséklet annyira kiegyenlítődik, hogy legalább a felszín tetemes darabján nem lépi túl azokat a határokat, amelyeken belül a fehérje életképes, akkor - egyébként kedvező kémiai előfeltételek között - élő protoplazma képződik."⁷ Engels a mozgásformák genetikus sorát állította fel. Az engelsi sorban a kémiai mozgást tehát a fizikai és a biológiai mozgások fogják közre.

A mozgásformák közötti kapcsolatokat általánosan is megfogalmazta. A mozgásformák egymásba való átmenetének, kölcsönös összefüggésének általánosabb megfogalmazása az energiamegmaradás elve alapján a következőképpen található meg: "Mechanikai tömegmozgás átmeny hőbe, elektromosságba, mágnessségbe; hő és elektromosság átmeny kémiai bomlásba; kémiai egyesülés viszont hőt és elektromosságot fejleszt és ez utóbbi révén mágnességet; s végül pedig hő és elektromosság megintcsak mechanikai tömegmozgást termelnek. Mégpedig olyképpen, hogy egyik formájú meghatározott mozgásmennyiségnek mindig pontosan meghatározott másik formájú mozgásmennyiség felel meg."⁸

Különösen felkeltette Engels figyelmét a "kemizmus és az elektromosság" közötti kölcsönhatás. E kölcsönhatást számos konkrét esetben részletesen vizsgálta. Így például a kénsav, valamint a cinkszulfát elektrolízisét. A nátriumszulfát oldat elektrolízise eseténben a "bontócellában végbemenő ugynevezett másodlagos folyamatok"-ra koncentrált, ezt tette a rézszulfát oldat elektrolízisét vizsgálva is. Megállapításait a következőképpen foglalta össze: "A fenti példákban, akárcsak más esetekben is elsődleges és másodlagos folyamatos megkülönböztetésének mégis van egy tagadhatatlan relatív jogosultsága. Mindkét esetben többek között látszólag víz is szétbomlik és a víz elemei az ellenkező elektródokon leválnak. Minthogy a legújabb tapasztalatok szerint az abszolút tiszta víz a nem-vezető, tehát egyben a nem-elektrolit eszményét a

a lehető legjobban megközelíti, ezért fontos kimutatni, hogy ezekben és hasonló esetekben nem a víz bomlik szét közvetlenül elektrokémiailag."⁹x

De ezzel a megállapítással még nem elégedett meg. Ujabb példát vizsgált: két U-alaku csőben egyidejűleg történő sósav elektrolízisét, az egyik csőben pozitív cink-elektrodot, a másikban rézelektrodot használva. Az elektrolízis során végbemenő folyamatok elemzése a következő megállapításokhoz vezette el: "... elsődleges és másodlagos folyamatok megkülönböztetése teljességgel relatív, és ad abszurdum vezet bennünket, mielőtt abszolútnak vesszük. Az elsődleges elektrolitikus folyamat, egymagában véve, nemcsak hogy áramot nem tud létrehozni, hanem még csak maga sem tud végbemenni. A másodlagos, állítólag tisztán kémiai folyamat teszi csak lehetővé az elsődlegest..."¹¹ Ez a példa jól illusztrálja azt, hogy Engels nemcsak felismerte a dialektika törvényeit, hanem alkalmazta is azokat minden konkrét vizsgálata érdekében. Hogy mennyire elvet minden olyan elképzelést, amely a természetben merev különbséget tételezne fel, hiszen a dialektika objektív: a természet dialektikája.

Konkrét vizsgálatait eredményét a mozgásformáknak megfelelő általánosítási fokon a következőképpen foglalta össze: "A kémiai akció által szabaddá tett energia, amely közönséges körülmények között hő formájában lép napvilágra, meghatározott feltételek mellett elektromos mozgássá változik át. Megfordítva, ez utóbbi, mielőtt a feltételek ehhez adva vannak, át megy a mozgás minden más formájába: ...kémiai energiába."¹² Sajátos kölcsönhatás áll tehát fenn a kemizmus és elektromosság között.

x Engels elektrokémiai fejtegetései fent idézett részében főként J.F. Daniell-re támaszkodik, aki a nátrium-szulfát elektrolízisét vizsgálta, akinek 1840-ből származnak az elsődleges és másodlagos folyamatok megkülönböztetésére tett javaslatai. A nátriumszulfát elektrolízise esetében J.F. Daniell szerint elsődleges folyamat a nátrium-szulfát elektrolíziskor nátrium és szulfátgyökre történő bomlása. Másodlagos, tisztán kémiai természetű folyamatok pedig nátrium és víz reakciója, valamint a másik elektródnál végbemenő szulfát és víz reakciója. Viszont mint ez a fenti idézetből és még a továbbiakból is világosan kitűnik

Az elektromosság és a kemizmus rokonságát az előbb jelzett kölcsönhatáson kívül még egy közös mozzanat is megmutatja, az, hogy: "Mind a kettő csak elűnően állhat fenn. A kémiai folyamat az atomoknak a folyamathoz belépő mindegyik csoportjára nézve hirtelen megvége. Csak ezáltal hosszabbítható meg, ha új anyag van jelen, amely folyvást újra meg újra belép a folyamatba. Ugyanígy van az elektromossággal is. Alighogy létrejött egy másik mozgási formából, már át is csap megint egy harmadik mozgási formába."¹³

A kémiai mozgás - Engels megállapításai szerint - szoros kölcsönhatásban, összefüggésben van mind a fizikai mozgásformákkal, mind pedig a biológiai mozgással. A kölcsönhatás - többek között - abban is megmutatkozik, hogy a fenti mozgásformák egymásból alakultak ki: a fizikából a kémiai, ebből pedig a biológiai. Ez a kapcsolat azonban semmiképpen sem indokolja az olyan törekvéseket, melyek például a kémiai mozgást a fizikai mozgásokra igyekeznek visszavezetni. Amelyek - szélsőséges esetben - a kémiát tartják feleslegesnek és azt próbálják hebizonyítani, hogy a kémiának nincsenek specifikus törvényei, hogy a kémiai folyamatok értelmezhetők a különböző fizikai, illetve mechanikai mozgásformák törvényeivel.^x A mozgásformák visszavezethetlenségének elvét Engels fogalmazta meg. Ezt az elvet alkalmazta a következő gondolatmenetében is: "Ha a fizikát a molekulák mechanikájának, a kémiát az atomok fizikájának és azután továbbá a biológiát a fehérjék kémiájának nevezem, ezzel e tudományok egyikének a másikba való átmenetét, tehát a kettőnek mind az összefüggését,

./.. xx Engels nem értett egyet a Dan-ell-féle mechanikus elválasztással, s örömmel üdvözölt minden olyan kísérletet, amely a " régi hagyományok zsákutcájából" való kitörést jelentett, mint például F. Kohlrausch 1867-es eredményeit. /10/

x Ilyen és hasonló elképzelésekkel napjainkban is találkozhatunk. Ezeket az elképzeléseket B.M. Kedrov: "A természet-tudományok tárgya és kölcsönös kapcsolata" c. könyvében összegyűjtötte, és B.M. Kedrov e könyvében kimutatta tarthatatlanságukat is.

a folytonosságát, mind a különbséget, a különállását akarom kifejezni. Továbbmenni, a kémiát ugyancsak egyfajta mechanikaként kifejezni, ez meg nem engedhetőnek tűnik felöttem."¹⁴

Az anyag kémiai mozgását Engels más aspektusból is vizsgálta. Ez a vizsgálat a kémiai mozgás lényegének, dialektikus tartalmának feltárását eredményezte.

2/ Engels az anyag kémiai mozgásának dialektikájáról

A dialektika törvényei az objektív valóság legáltalánosabb törvényei. Marx és Engels a természet, valamint az emberi társadalom történetéből vonatkoztatták el azokat, s "A természet dialektikájá"-ban Engels kimutatta, hogy "...a dialektikus törvények a természetnek valóságos fejlődési törvényei."¹⁵ Ennek kapcsán tárta fel az anyag kémiai mozgásának dialektikáját is, mutatta meg azt, hogy a dialektika általános törvényei hogyan jelentkeznek az egyes konkrét kémiai folyamatok esetében.

A dialektika egyik törvénye a mennyiség, minőség kölcsönös átcsapásának törvénye, bármilyen kémiai folyamatot veszünk is vizsgálat alá, minden esetben azt tapasztaljuk, hogy a különböző folyamatok esetében a mennyiségi változások a minőség megváltozását vonják maguk után.

Ilyen vizsgálatokat végzett például Engels a szerves kémia területén, de nézzük, hogyan: "Vegyünk mindjárt az oxigént: ha három atom egyesül egy molekulává, a közönséges kettő helyett, ózont kapunk, olyan testet, amely szagát és hatását tekintve a közönséges oxigéntől igen határozottan különbözik. Hát még a különböző arányok, melyekben oxigén nitrogénnel vagy kénnel vegyül, és melyeknek mindegyike valamennyi többitől minőségileg különböző testet alkot."¹⁶ Majd sorra vette és összehasonlította a különböző nitrogénoxidokat, az NO-t, N₂O-t, N₂O₃-t, és az NO₂-t, valamint az N₂O₅-t.^x

A szerves kémia területén a szénvegyületek homológ sorait vizsgálta, összegképletüket és fizikai sajátosságait vetette össze, és a következőket állapította meg: "Itt tehát minőségileg különböző testek egy egész sorát látjuk, melyek az elemeknek egyszerű, mégpedig mindig ugyanazon a

rányban való mennyiségi hozzájárulása útján keletkeznek. A legtisztábban ott tűnik ez szembe, ahol a vegyület valamennyi eleme egyenlő arányban változtatja mennyiségét, így a normális paraffinoknál C_nH_{2n+2} : a legalsó köztük a metán, CH_4 gáz; az ismeretes legfelső a hekdán $C_{16}H_{34}$, szintelen kristályokat alkotó szilárd test... Mindkét sorban minden új tag CH_2 -nek, egy atom szénnek és 2 atom hidrogénnek az előző tag molekuláris képletéhez való hozzájárulása útján keletkezik, és a molekuláris képlet e mennyiségi változása mindannyiszor egy-egy minőségileg különböző testet hoz létre."¹⁸ Majd más helyen így folytatta a gondolatot: "Ugyanígy viselkedik a paraffinokból /elméletileg/ levezetett $C_nH_{2n}O$ képletű primér alkoholok és az egybázisu zsírsavak /képlet $C_nH_{2n}O_2$ / sorra"¹⁹ x Összehasonlította a mennyiségi különbség következtében előálló minőségi különbség vizsgálatára céljából az etilalkohol és az amilalkohol élettani hatását is. A törvény érvényességét az izomerek esetében is kimutatta, majd megállapításait a következőkben összegezte: "Megint a molekulában lévő atomok mennyiségi száma szabja meg tehát az ilyen minőségileg különböző izomér testek lehetőségét..."²⁰ xx

x Itt emlékeztetünk arra, hogy az oxigént 1771-ben Priestley fedezte fel. /Jóllehet sokan úgy vélik, hogy Drebbell 1608-ban publikált művében az oxigén megfigyeléséről ír és ezzel mindenkit megelőzve ő fedezte fel az oxigént./ A nitrogén-oxidok között pedig először Scheele tett különbséget 1767-ben, de a vegyületeket ő még "csökkenő floqiszton-tartalommal" jellemezte, Kén égetése útján már az ókorban nyertek kénsavat, viszont a kén-oxidok sorozatát /de ugyanez vonatkozik a nitrogén-oxidok sorozatára is/ a modern atomelmélet, valamint a gázok térfogati törvényét alkalmazva Berzelius állapította meg. /1814-ben állította össze Berzelius első atomsúlytáblázatát, majd 1826-ban már módosított atomsúlyokat ismertetett./ /17/

x A homológ sorok elméletét 1845-ben Gerhardt fejtette ki, s a modern képleteket 1860. körül kezdték használni. A Gerhardt-féle homológ sorok 1861-ben nyertek szerkezeti magyarázatot Kekulé és Couper által. /21/

xx Az izomeria elnevezés 1827-ből Berzelius-tól származik. Ő nevezte el a Wöhler által előállított ezüst-cianátot és a Liebig által nyert ezüst-fulminátot izomereknek, miután kiderült, hogy a két vegyület azonos összetételű. A következő évben már Wöhler másik két izomér vegyületet is felismert: az ammonium-cianátot és a karbamidot, híres rekciójában, mellyel a "vis vitalis" elméletet kísérletileg megdöntötte. /22/

A kémiai elemek területét tekintve a törvényt érvényesítését fénvesen bizonyította Mendelejev periódusos rendszere, melvről Engels a következőket írta: "... a törvényt nemcsak az összetett testekre érvényes; hanem magukra a kémiai elemekre is. Tudjuk ma már... hogy... minőségüket atomsúlyuk mennyisége szabja meg... Mendelejev kimutatta, hogy a rokon elemek atomsúlyok szerint elrendezett soraiiban különböző hézagok találhatók, melyek arra utalnak, hogy itt még új elemeket kell felfedezni. Az egyik ilyen ismeretlen elemet, amelyeket ékaaluminiumnak nevezett el... Néhány évvel később Lecoq de Boisbaudran ezt az elemet valóban felfedezte. Az ékaaluminium realizálódott a galliumban. A mennyiség minőségbe való átcsapásáról szóló hégeli törvény ... alkalmazása révén Mendelejev olyan tudományos tettet vitt véghez, amely bátran állhat egy sorban Leverrier tétével, amikor kiszámította a még ismeretlen Neptunus bolygó pályáját."²³ x

A kémiai mozgás alapvető, belső ellentmondásait is Engels tárta fel elsőként. Abból indult ki, hogy a "... vonzás és taszítás kölcsönhatásából áll minden mozgás"²⁴ az egyes mozgásformák esetében külön-külön részletesen is megvizsgálta, hogy hogyan konkrétizálódik a kérdéses területen a vonzás és taszítás poláris ellentéte; a kémiai mozgáshoz a következőképpen: "Ha 2 súlyrész hidrogén 15,96 súlyrész oxigénnel vízgőzzé vegyül, a folyamat közben 68,924/hő-egységnyi hőmennyiség fejlődik. Megfordítva, ha 17,96 súlyrész vízgőzt 2 súlyrész hidrogénné és 15,96 súlyrész oxigénné kell szétbontani, ez csak azzal a feltétellel lehetséges, hogy a vízgőzhez olyan mozgásmennyiséget adjunk hozzá, amely 68,924 hőegységgel egyenértékű... Ugyanaz érvényes minden más kémiai folyamatról.

x Arra kell itt utalnunk, hogy Mendelejev 1869-ben készítette el periódusos rendszerét. 1871-ben írta le az éka-bort, az éka-szilíciumot és az éka-alumíniumot. Lecoq de Boisbaudran pedig 1874-ben fedezte fel a galliumot. /26/ "A természet dialektikája" mint ismeretes 1873-1866 között íródott. Engels tehát még fenti könyvének írása közben is figyelemmel kísérte a különböző természettudományok - köztük a kémia - új eredményeit. Ez a kis összevetése az engelsi anyagnak a kémia történetével egyértelműen azt bizonyítja, hogy Engels valóban kora legmodernebb természettudományos eredményeit ismerte, illetve használta fel.

Az esetek igen nagy többségében az összetételnél mozgás adódik le, a széthomlásnál mozgást kell hozzáadni... Itt is szabály szerint a taszítás az aktív, mozgással inkább rendelkező vagy mozgás hozzáadását kívánó, a vonzás a passzív, a mozgást feleslegessé tevő és leadó oldala a folyamatnak."²⁵ Majd a későbbiek során a következőképpen összegezte a fenti megállapításokat: "Minden kémiai folyamat visszavezetődik a kémiai vonzás és taszítás folyamataira."²⁷

A fenti sorok tulajdonképpen a kémiai mozgás alapvető, belső ellentétére, a kémiai vonzás és taszítás ellentétére mutatnak rá. Ide vonatkozó fejtegetései során utalt Engels a J. R. Mayer által 1842-ben megalapozott energiamegmaradás elméletére, melynek alapján a különböző mozgásformák egymásba történő átalakulása elméletileg értelmezhető, és ugyanakkor nagy figyelmet szentelt azoknak az "alapképzeteknek" amelyekkel az elmélet operált. Így az "erő" vagy "energia" és a "munka" fogalmaira. Ezek vizsgálata során állapítja meg a természetben végbemenő folyamatokra általánosan, hogy: "Minden természeti folyamat kettősoldalú, leginkább két ható rész viszonyán alapszik, akción és reakción."²⁸ Majd konkrétan a kémiai folyamatokra vonatkozóan pedig a következőket írta: "... a kémiai rokonsági erő", ha valahol, akkor mindenesetre mindkét vegyülő részben rejlik."²⁹ Ezzel bírálja a Helmholtz-nak a természeti törvényekről tett megállapítását is,^{xx} s rámutat arra, hogy minden változás alapját az "ellentétek áthatása" képezi, hogy a két ellentétes pólus egyikének a kiragadása, az erő-képzet rákényszerítése a mechanikán kívüli területekre tévuttra, helytelen megállapításra, fogalomzavarra vezet még oly nagy fizikus, mint Helmholt esetében is.

x 1860. szeptemberében Karlsruhében tartották meg az első nemzetközi kémikus konferenciát, melynek kémia-történeti jelentőségét Avogadro hipotézisének felelevenítése, és ezzel összefüggésben a molekulásúlyok bevezetése adott. A fenti idézetben Engels már az így értelmezett molekulásúlyokat használta.

xx Helmholtz ugyanis a következőket mondta 1869-es innsbrucki előadásában: "Ha egy természeti törvényt teljesen ismerünk, érvényének kivétel nélküliségét is meg kell követelnünk...

A kémiai mozgás dialektikájának feltárása során Engels főként kora modern kémiájának eredményeire támaszkodott. Többek között ezen eredmények elemzéséből, összevetéséből kiindulva jutott el általános megállapításaihoz.

Ezt tette például a következő esetben is, amikor konkrét kémiai folyamat vizsgálatából kiindulva jutott el a törvények, a törvényekben kifejeződő általánosság megragadásához: "Tudjuk, hogy a klór és a hidrogén bizonyos nyomási és hőmérsékleti határokon belül és a fény behatására robbanással klórhidrogéngázzá vegyül, és mihelyt ezt tudjuk, azt is tudjuk, hogy ez mindenütt és mindig megtörténik, ahol fenti feltételek megvannak, és közömbös lehet, hogy ez egyszer vagy milliószor történik-e meg, és hány égitesten. Az általánosság formája a természetben - törvény ..."³⁰

Lehetne még további példákat felhozni az "Anti-Dühring" és "A természet dialektikája" gazdag anyagából, de annak bemutatására, érzékeltetésére ezek is elegendők, hogy Engels mélyreható konkrét ismeretekkel rendelkezett mind a szervetlen, mind pedig a szerves kémia területén. Engels ismeretei azonban nem csupán a tények ismeretét jelentették. Ha tovább vizsgáljuk munkáit, be kell látni azt, hogy ismeretei átfogóak voltak, látta a kémia különböző területei közötti összefüggéseket is, így tudta a konkrét tényanyagból kiindulva a kémiai mozgás specifikumát feltárni.

A mozgásformák kérdéseivel szervesen összefügg a tudományok felosztásának problémája. Ennek kapcsán definiálja Engels a kémia tudományát, és helyezi el a tudományok rendszerében.

../, xx így a törvény objektív hatalomként lép elénk és ahhoz mértén erőnek nevezzük. Pl... a kémiai vegy-rokonságok törvényét, mint a különböző anyagok egymással való rokonsági erejét... Az a követelésünk, hogy a természeti jelenségeket megértsük, azaz, hogy törvényeiket megtaláljuk ilymódon más ... formát ölt, azt ugyanis, hogy fel kell kutatnunk, azokat az erőket, amelyek a jelenségek okai."

/31/

3/ Engels kísérletei a kémia tudományának definiálására

A tudományok felosztásának a mozgásformák felosztása ad alapot. A tudományok mindegyike vagy egy egyes mozgásformát, vagy pedig egymásba átmenő mozgásformákat vizsgál. Engels a tudományokat a különböző mozgásformák tükröképeinek tartotta és a tudományok közötti összefüggésről a következőket mondotta: "Ahogyan az egyik mozgási forma a másikból fejlődik, úgy tükröképeinek, a különböző tudományoknak is egymásból kell szükségszerűséggel eredniük."³² A természettudományok történeti fejlődésének vizsgálata azt mutatta, hogy először az "egyszerű helyváltoztatás elméletét, az égi és földi tömegek mechanikáját" alakítják ki, ezt követi a fizika tudománya, majd pedig a kémia tudományának megjelenése.

A kémia tudományát Engels a következőképpen definiálta: "...az atomok mozgásának a tudománya, a kémia."³³ Azonban alapjában véve Engels kémiai folyamatnak tekintett minden olyan folyamatot, amely a minőség megváltoztatásával járt.^x Erre enged következtetni egy másik, a kémiáról adott definíciója is: "A kémiát úgy lehet jellemezni, mint a testek megváltozott mennyiségi összetétel következtében előálló minőségi változásainak tudományát."³⁴

x Még ma is találkozunk olyan elképzelésekkel, melyek szerint kémiai folyamatnak kell tekinteni minden olyan változást, melynek során a minőség megváltozik, történjen bár ez a minőségi változás az anyag bármely szintjén, pl. az elemi részecskék szintjén. Itt csupán Rádi Péter "Kísérlet a mozgásformák rendszerének korszerű leírására" c. cikkére utalunk. /35/ Ezzel az állásponttal azonban ma már nem mindenki ért egyet /lásd pl.: Erdey-Gruz Tibor, vagy B.M.Kedrov definíciót./ Mi kémiai folyamatnak tekintjük azokat a változásokat, melyek során kémiai kötések kialakulása, illetőleg felbomlása következik be.

A fent idézett definíciókból az látható, hogy a kémiát Engels olyan tudománynak tekintette, amely egy mozgásformát vizsgál. Viszont a kémia vizsgálódási tárgyát képező mozgásforma - mint az előzőekben már szó volt róla - az anyagfajtáknak két csoportját köti össze, és nem szakítható el a többi mozgásformától, szerves genetikai és strukturális összefüggés van közöttük. Éppen ezért írhatta Engels azt, hogy: "... a természettudomány rendszerezése... nem található meg másképpen, mint maguknak a jelenségeknek az összefüggéseiben."³⁶

A különböző természettudományok nem választhatók tehát éles határral el egymástól. Látni kell közöttük az átmeneteket: "Belépünk a molekuláris mozgás területére, a fizikába, és tovább vizsgálódunk. De itt is találjuk, hogy a molekuláris mozgással nem zárul le a vizsgálódás. Ellektromosság átmegy kémiai változásokba és létrejön belőle. Hő és fény ugyszintén. Molekuláris mozgás átcsap atomi mozgásba - kémia. A kémiai folyamatok vizsgálata ott találja, mint vizsgálati területet a szerves világot"³⁷. Az átmeneti területek vizsgálatát Engels különösen jelentősnek tartotta. Ezek azok a területek, amelyeken a kutatások előtt nagy perspektívák vannak, amelyek nagyon sok jelentős eredménnyel kecsegtetnek.

A kémia relációjában a fizika és a kémia, valamint a kémia és a biológia határán végzett kutatásoknak különleges fontosságot tulajdonított. S éppen az elektrokémiáról szóló fejtegetésben például Engels azt látta kora legnagyobb problémájának, hogy a fizikusok azt mondják, hogy ezek a problémák a kémiára tartoznak, "...a kémikusok kijelentik, hogy ez már inkább a fizikára tartozik. Így a molekula- és az atom-tudomány érintkezési pontján mindkét fél illetéktelennek jelenti ki magát, holott éppen itt várhatók a legnagyobb eredmények."³⁸

Ugyanis a másik oldalon szintén nagy feladatok várnak a kémiára: megmagyarázni az élet keletkezését a szervetlen természetből, melyet ha sikerül a kémiának megoldani, akkor ezzel reálisan is feltárja a dialektikus átmenetet az anyagi világ két nagy területe között.

S "...amennyiben a kémia a fehérjét létrehozza, a kémiai folyamat tulnyul önmagán...átfogóbb területre ér, az organizmus területére. A fiziológia...az élő test ...kémiája, de ezzel már nem speciálisan kémia többé, egyrészt korlátozza körét, de ebben magasabb hatványra is emelkedik."³⁹ S ezzel majd sikerül ténylegesen feltárni az egyik legnagyobb ugrást, amely a természetben bekövetkezett,

4/ Engels hivatkozásai a kémia történetére

Engels behatóan tanulmányozta és alaposan ismerte a kémia történetét. "A természet dialektikájá"-ban és az "Anti-Dühring"-ben jóllehet ezzel kapcsolatban csak elszórt megjegyzésekkel találkozhatunk, de ezek is egyértelműen mutatják azonban azt, hogy a filozófus Engels mennyire otthon volt ezen a területen is. Erről tanuskodjanak maguk a tények, idézzünk ezzel kapcsolatban néhány példát, melyek bemutatják, hogy ítélte meg Engels a kémiotörténetet, és a kémia kiemelkedő alakjainak életművét. Talán nem érdektelen az engelsi értékelést összevetni a kémia történetéről kialakított mai képpel, adott esetekben a mai értékelést az engelsivel összehasonlítani.

"Boyle stabilizálja a kémiát mint tudományt" - mondotta Engels. "Robert Boyle a tudományos kémia megalapítója közé tartozik, sokan ettől az időtől számítják a tudományos kémiát" - olvashatjuk közel száz év múlva az 1968-ban megjelent "Kémia története" című könyvben.⁴⁰

"Uj korszak kezdődik a kémiában az atomisztikával /Dalton tehát, s nem Lavoisier, az újabb kémia atyja/...⁴¹ - írta Engels "A természet dialektikájá"-ban. "Dalton 1808-ban..., A kémia tudományának új rendszere" című könyvében foglalta össze korszakalkotó elméletét."⁴² - olvashatjuk a mai értékelést Daltonról.

A kémia történetének tanulmányozása is megerősítette Engelsnek az elméletekről, illetve azok fejlődéséről alkotott elképzeléseit: Azt, hogy a tudományok története során gyakran keletkeznek olyan elméletek,

amelyek a valóságos összefüggéseket a "feje tetejére állítják", amelyek éppen ezért talpraállításra szorulnak. Ezeknek az elméleteknek is megvan azonban a maguk tudománytörténeti jelentőségük, hozzájárulnak a megismerés előrehaladásához. Ilyen feje tetejére állított elméletként hozza fel Engels a flogiszon-elméletet.^x A flogiszon-elmélet helytelenül ragadta meg az összefüggéseket, éppen ezért a kémia tudományának fejlődése végülis megdöntötte azt. Ez a valós viszonyokat torzán tükröző elmélet mégsem volt teljesen haszontalan, hiábavaló, hiszen egyrészt Engels szavaival élve: "... a kémiában a flogisztikus elmélet szolgáltatta csak száz-esztendeig kísérleti munkával az anyagot, amelynek segítségével Lavoisier a Priestley által előállított oxigénben felfedezhette a fantasztikus flogiszon reális ellenpólusát és ezzel halomra dönthette az egész flogisztikus elméletet. Ezzel azonban a flogisztika kísérleti eredményei korántsem voltak félredobva. Ellenkezőleg. Fennmaradtak..."⁴⁴ Másrészt tulajdonképpen a flogiszon-elmélet hivelként számontartott kémikusok jó része kivette részét a modern kémia kialakításában. Itt csak Cavendish-re, a hidrogén felfedezőjére, Scheelére, a klór felfedezőjére, "az első szerves kémiai kutató"-ra, vagy magára Priestley-re, az oxigén felfedezőjére utalunk.

Ezzel még korántsem meritettük ki Engelsnek a kémiáról tett megállapításait, de azt, hogy Engels milyen mélyen ismerte a korábban modern kémia eredményeit, azt a fentiek is világosan megmutatják.

Mai szemmel nézve az Engels által felhasznált kémiai anyagot, azt kell mondani, hogy sok konkrét tényen ma már régen túlhaladt a kémia tudománya, ez természetes is, hiszen azóta közel száz esztendő telt el. De semmi-

x A flogiszon-elmélet, mint ismeretes a XVIII. századi kémia átfogó elmélete volt. A "flogiszon-elmélet" terminológia a "flogisztosz"=elégett görög kifejezésből származik. A flogiszon-elmélet kidolgozása Stahl/1660-1734/ nevéhez fűződik. Stahl főként a fémek "égetését" tanulmányozta. Elmélete szerint a fémek égetésekor úgynevezett "flogiszon" eltávozása után az égetés végén úgynevezett "fémmész" marad vissza. Stahl szerint tehát a fémek nem elemek, hanem összetett anyagok: a fémmésznek flogisztonnal alkotott vegyületei. A flogiszon-elmélet alapján értelmeztek a XVIII. századi kémikusok minden oxidációs és redukciós folyamatot. Redukción

képpen nem kisebbíti Engels érdemeit az, hogy ma már tudjuk például, hogy az elemek kémiai tulajdonságait nem az atomsúlyuk, hanem az atommag pozitív töltéseinek a száma szabja meg; vagy az például, hogy a nátrium-szulfát elektrolizise nem úgy megy végbe, ahogyan azt Engels feltehetően J.F. Daniell alapján leírta.

Engelsnek éppen abban volt az egyik legnagyobb érdeme, hogy hogyan kezelte, miképpen használta fel ezeket, és a többi tényanyagot. Abban, hogy a természettudományok eredményeit filozófiailag általánosította: abban, hogy például olyan törvényeket tárt fel ezeket felhasználva, amelyek "a természetnek valóságos fejlődési törvényei" - a dialektika törvényeit.

Olyan elveket fedezett fel, amelyeket a természettudományok - közöttük a kémia - legújabb eredményei csak még inkább megerősítenek.

xx ./.. értve a flogiszton felvételt, oxidáción pedig a flogiszton leadást. Ebben az értelmezésben a flogiszton tehát mintegy negatív oxigén szerepét töltötte be. /43/

I R O D A L O M J E G Y Z É K

1. Marx-Engels Művei. 2o. kötet, 77. l.
2. I. m. 89. l.
3. I. m. 344. l.
4. I. m. 556. l.
5. I. m. 510. l.
6. I. m. 334. l.
7. I. m. 334. l.
8. I. m. 371. l.
9. I. m. 428. l.
10. Balázs Lóránt: A kémia története /Gondolat Kiadó,
1968./ c. könyve alapján.
11. Marx-Engels Művei. 2o. kötet, 432. l.
12. I. m. 409. l.
13. I. m. 448. l.
14. I. m. 521. l.
15. I. m. 359. l.
16. I. m. 361. l.
17. Balázs Lóránt: A kémia története /Gondolat, 1968./
c. könyve alapján.
18. Marx-Engels Művei. 2o. kötet, 125. l.
19. I. m. 361. l.
20. I. m. 362. l.
21. Balázs Lóránt: A kémia története /Gondolat, 1968./
c. könyve alapján.
22. I. m. alapján.
23. Marx-Engels Művei. 2o. kötet 362. l.
24. I. m. 366. l.
25. I. m. 370. l.
26. Balázs Lóránt: A kémia története /Gondolat, 1968./
c. könyve alapján.
27. Marx-Engels Művei. 2o. kötet, 487. l.
28. I. m. 375. l.
29. I. m. 375. l.
30. I. m. 506. l.

31. I. m. 374. 1.
32. I. m. 520. 1.
33. I. m. 364. 1.
34. I. m. 361. 1.
35. Rádi Péter: Kísérlet a mozgásformák rendszerének korszerű leírására. /Magyar Filozófiai Szemle, 1967./
36. Marx-Engels Művei. 20. kötet. 524. 1.
37. I. m. 524. 1.
38. I. m. 555. 1.
39. I. m. 525. 1.
40. Balázs-Lőránt: A kémia története /Gondolat, 1968./ 607. 1.
41. Marx-Engels Művei. 20. kötet, 556. 1.
42. Balázs Lőránt: A kémia története /Gondolat, 1968./ 611. 1.
43. I. m. alapján.
44. Marx-Engels Művei. 20. kötet, 348. 1.

E l i s a b e t h N a g y

Engels über die Chemie

Die Engelsschen Bemerkungen über die Chemie, bzw. über einige Ergebnisse der Chemie werden in diesem Aufsatz von den folgenden Gesichtspunkten aus betrachtet:

1. Allgemeine Bestimmungen an der Gesamtheit der chemischen Bewegungsform.
2. Engels' Ansichten über die Freilegung der Dialektik der chemischen Bewegung.
3. Die Engelssche Bewertung etlicher Gestalten und Perioden der Chemiegeschichte.

Nach der Exponierung der vorstehenden Fragen wird es bestätigt, wie tiefgehend Engels die moderne Chemie seiner Zeit kannte, derer Ergebnisse er in seinen Werken verwertete und philosophisch verallgemeinerte.